

J.C.B.

Chemische Untersuchung

der

Contactzone der Steiger Thonschiefer

am

Granitstock von Barr-Andlau.

Inaugural-Dissertation

vorgelegt der

mathematisch-naturwissenschaftlichen Facultät

der

Universität Strassburg

zur Erlangung der Doctorwürde

von

Hugo Unger

aus Nordhausen.

Stuttgart.

Druck der E. Schweizerbart'schen Buchdruckerei (E. Koch).

1876.

Seinem verehrten Schwiegervater

Herrn Apotheker A. Schumacher

in Pforzheim

gewidmet

vom

Verfasser.

Chemische Untersuchung der Contactzone der Steiger Thonschiefer am Granitstock von Barr-Andlau.

Von

Herrn **H. Unger**, Dr. rer. nat. aus Nordhausen.

In einem Briefe an Prof. G. LEONHARD (Neues Jahrbuch für Mineralogie, Jahrg. 1875, Heft 8, pag. 849) beschreibt Herr Prof. ROSENBUSCH zum ersten Mal die ausgezeichnet metamorphosirten Thonschiefer, wie sie mantelförmig den Granitstock von Barr-Andlau nach allen Seiten umgeben, mit Ausnahme der Ostseite, wo sie in Folge der Rheinthalspaltenbildung fehlen.

Herr Prof. ROSENBUSCH war so freundlich, mich auf jene Erscheinungen aufmerksam zu machen und mir den chemischen Theil der Arbeit zu übertragen.

Für die vielfachen Unterstützungen erlaube ich mir, ihm, sowie auch Herrn Prof. ROSE meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Von allen geologischen Fragen kann kaum eine andere das Interesse der Chemiker so sehr in Anspruch nehmen, als diejenige, welche die Contactmetamorphose behandelt, und in der That, es muss auffallen, wenn man gezwungen ist, in der Natur Erscheinungen als thatsächliche anzuerkennen, deren künstliche Nachahmung auf so bedeutende Schwierigkeiten stösst. Die Natur hat hier unter Verhältnissen gearbeitet, welche nachzuahmen wir noch nicht im Stande sind. So ist es auch natürlich, dass durch Synthese für diese auffallenden Erscheinungen noch gar nichts bewiesen wurde und man gezwungen ist, auch hier wieder

den umgekehrten Weg zu gehen, die Vorkommnisse an Ort und Stelle genau zu studiren, möglichst viel analytisches Material zu sammeln und so zu versuchen, der Natur ihre merkwürdigen Geheimnisse abzulauschen.

So untersuchte Carius (Annal. d. Chem. u. Pharm. 94, pag. 45) die von Naumann beschriebene Thonschiefermetamorphose bei Eichgrün in Sachsen, und die an der citirten Stelle aufgeführten Analysen beweisen, dass in den Gesteinen vom unveränderten Thonschiefer bis zu dem durchaus krystallinen Endprodukt der Metamorphose kein Wechsel in der chemischen Substanz Statt findet und höchstens eine Abnahme des chemisch gebundenen Wassers in der Richtung der gesteigerten Umwandlung bemerkt werden kann. Carius unterlässt es, aus seinen Erfahrungen Schlüsse zu ziehen über den Verlauf der Metamorphose und lässt die Frage offen, wodurch die Schiefer verändert wurden.

Fikenscher findet in seiner mit grosser Sorgfalt ausgeführten Arbeit über die Contactzone am Granulit (Metamorphische Gesteine der Lunzenauer Schieferhalbinsel, Leipzig 1867) dieselbe Constanz der chemischen Bestandtheile bestätigt, hebt aber sehr richtig die Substanzdifferenz zwischen den Schiefern und dem Causalgestein der Metamorphose, als welches er den Granulit ansieht, hervor und schliesst: „Während die Umwandlungen bei einem anfangenden Weichwerden des Thonschiefers in der Umgebung des Granulites vor sich gingen, wurden die im Inneren des Granulites, gleichsam in einem heissflüssigen Bade schwimmenden Schieferschollen gewissermassen umgeschmolzen, doch so, dass die Schieferstruktur nicht völlig verwischt wurde. Daraus geht hervor, dass wir als wirkende Ursache bei dieser Gebirgsmetamorphose höhere Temperatur in Verbindung mit Wasserdampf zu betrachten haben!"

Wenn nun auch die Stellung des Granulites zu den metamorphischen Schiefern, die ihn umgeben, von verschiedenen Seiten verschieden aufgefasst wird, so bietet dennoch jenes Vorkommen chemisch dieselben Anhaltspunkte für eine Beweisführung, ebenso wie die Granite des Voigtlandes mit ihren Contactgesteinen und die nun zu erwähnenden Beobachtungen von C. W. C. Fuchs in den Pyrenäen.

Auch Prof. Fuchs (Die alten Sedimentformationen und ihre

Metamorphose in den franz. Pyrenäen. Neues Jahrb. f. Mineralg., Geol. u. Pal. 1870, pag. 719—752 u. 851—879) kommt zu der Ueberzeugung, dass die Umwandlung bis zu einem gewissen Grade ohne chemische Veränderung erfolgte und dass die Knoten- und Andalusitschiefer nur durch molekulare Umwandlung der Thonschiefer entstanden seien, meint aber, dass in den Pyrenäen die Glimmerschiefer und Gneisse chemisch verändert, durch Zu- und Wegnahme einzelner Bestandtheile in ihrer Metamorphose unterstützt wurden, und sucht (pag. 867) von dem Thonschiefer und den thonschieferähnlichen Gesteinen zu den ächten Glimmerschiefern eine Abnahme der alkalischen Erden und des Eisens und eine Zunahme der Alkalien und der Kieselerde zu beweisen. Wir werden bei Besprechung unserer Resultate auf die eben citirten Angaben zurückkommen.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit ist es nun, zu untersuchen, welche chemischen Beziehungen die metamorphosirten Thonschiefer und der sie durchbrechende Granit in jenem von Herrn Prof. Rosenbusch geologisch und petrographisch genauer untersuchten Gebiete der Vogesen zu einander haben, um durch einen weiteren Beitrag von Thatsachen das interessante Räthsel der Contactmetamorphose zwischen Granit und Thonschiefer seiner endlichen Lösung in Etwas näher zu bringen.

Die petrographische Beschreibung der chemisch untersuchten Gesteine werde ich, soweit es mir zur Orientirung nöthig erscheint, bei jeder einzelnen Analyse anführen.

Specielle Untersuchung der Gesteine.

Die chemische Untersuchung wurde genau nach den im Bunsen'schen Laboratorium gebräuchlichen Methoden ausgeführt, die Niederschläge stets auf ihre Reinheit geprüft und wo immer es nothwendig erschien, wurden die erhaltenen Resultate durch Parallelbestimmungen in dem Aufschluss mit Flusssäure controllirt.

Bei der nun folgenden Aufzählung der Analysen werde ich mit dem noch unveränderten Thonschiefer anfangen, mit der beginnenden und fortschreitenden Metamorphose aufsteigen und zuletzt die Endglieder derselben folgen lassen.

		Sauerstoffverhältniss.	Molekularverh.
SiO_2	= 57·425 . . .	30·626	0·9571
TiO_2	= 0·125 . . .	0·048	0·0005
Al_2O_3	= 27·319 . . .	12·755	0·2657
Fe_2O_3	= 8·165 . . .	2·449	0·0510
FeO	= 0·787 . . .	0·174	0·0109
MnO	= Spuren . . .	—	—
CaO	= 0·656 . . .	0·169	0·0117
MgO	= 0·891 . . .	0·356	0·0222
Ka_2O	= 3·263 . . .	0·555	0·0346
Na_2O	= Spuren . . .	—	—
H_2O	= 2,771 . . .	—	0·1539
Summa	= 101·402.		

$$\frac{RO + R_2O_3}{SiO_2 + TiO_2} = 0{\cdot}569.$$

$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2 + TiO_2$
0·1885 : 0·0448 : 0·3167 : 0·9576.

$R_2O + RO : R_2O_3 : SiO_2 + TiO_2$
0·2333 : 0·3167 : 0·9576.
0·736 : 1 : 3·023.

Bleibt Wasser unberücksichtigt, so ist:

$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2 + TiO_2$
0·0346 : 0·0448 : 0·3167 : 0·9576.

$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2 + TiO_2$
0·0794 : 0·3167 : 0·9576.
0·250 : 1 : 3·023.

III.

Knotenschiefer zwischen Dudenbach und Hasselbachthal, noch ziemlich deutlich schiefrig, graubräunlich gefärbt, wenig härter als der gewöhnliche Thonschiefer und von kleinen, schwarzen Flecken durchschwärmt.

Hygroskop. Wasser = 0·519 %.

Spec. Gewicht = 2·828.

		Sauerstoffverhältniss.	Molekularverh.
SiO_2	= 63·87 . . .	34·06	1·064
Al_2O_3	= 22·12 . . .	10·40	0·216
Fe_2O_3	= 7·28 . . .	2·18	0·045
FeO	= 1·08 . . .	0·24	0·015
MnO	= Spuren . . .	—	—
CaO	= 0·09 . . .	0·02	0·001
MgO	= 0·06 . . .	0·02	0·001
Ka_2O	= 1·63 . . .	0·27	0·017
Na_2O	= 0·97 . . .	0·25	0·015
H_2O	= 3·51 . . .	—	0·195.
Summa	= 100·61.		

$$\frac{RO + R_2O_3}{SiO_2} = 0{\cdot}380.$$

$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$
0·227 : 0·017 : 0·261 : 1·064.

$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$
0·244 : 0·261 : 1·064.
0·935 : 1 : 4·076.

Ohne Wasser:

$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$
0·032 : 0·017 : 0·261 : 1·064.

$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$
0·049 : 0·261 : 1·064.
0·191 : 1 : 4·076.

IV.

Knotenschiefer aus dem Andlauthale hat nur noch sehr undeutliche schiefrige Struktur, hellgraue Farbe und ist mit sehr zahlreichen schwarzen Flecken durchsetzt.

Hygroskop. Wasser = 1·038.

Spec. Gewicht = 2·831.

		Sauerstoffverhältniss.	Molekularverh.
SiO_2	= 60·20 . . .	32·106	1·0033
TiO_2	= Spuren . . .	—	—
Al_2O_3	= 27·09 . . .	12·740	0·2655
Fe_2O_3	= 3·38 . . .	1·014	0·2112
FeO	= 2·22 . . .	0·493	0·0308
MnO	= Spuren . . .	—	—
CaO	= 0·95 . . .	0·271	0·0169
MgO	= 0·65 . . .	0·260	0·0162
Ka_2O	= 1·245 . . .	0·211	0·0132
Na_2O	= 0·470 . . .	0·121	0·0070
H_2O	= 4·40 . . .	—	0·2444.
Summa	= 100·605.		

$$\frac{RO + R_2O_3}{SiO_2} = 0·470.$$

$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$
0·2646 : 0·0639 : 0·4767 : 1·0033.

$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2$
0·3285 : 0·4767 : 1·0033.
0·689 : 1 : 2·104.

Ohne Wasser berechnet:

$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$
0·0202 : 0·0639 : 0·4767 : 1·0033.

$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2$
0·0841 : 0·4767 : 1·0033.
0·176 : 1 : 2·104.

V.

Knotenschiefer zwischen Dudelbach und Hasselbachthal. Das Gestein ist dem vorhergehenden an Farbe und Habitus sehr ähnlich, nur treten die charakteristischen Knoten sehr deutlich hervor.

Hygroskopisches Wasser = 0·57 %.

Specifisches Gewicht = 2·8 79.

		O-Verhältniss.	Molekularverh.
SiO_2	= 58·28 . . .	31·082	0·9713
TiO_2	= Spur . . .	—	—
Al_2O^3	= 20·77 . . .	9·774	0·2036
Fe_2O_3	= 7·79 . . .	2·337	0·0487
FeO	= 1·94 . . .	0.431	0·0269
MnO	= Spur . . .	—	—
CaO	= 2·57 . . .	0·734	0·0457
MgO	= 1·86 . . .	0·744	0·0465
Ka_2O	= 3·44 . . .	0·587	0·0365
Na_2O	= 1·24 . . .	0·320	0·0200
H_2O	= 3·39 . . .	—	0·1882.
Summa	=101·280.		

$$\frac{R.O + R_2O_3}{SiO_2} = 0·480.$$

$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$
0·2447 : 0·1191 : 0·2523 : 0·9713.

$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2$
0·3638 : 0·2523 : 0·9713.
1·441 : 1 : 3·849.

Ohne Wasser:

$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$
0·0565 : 0·1191 : 0·2523 : 0·9713.

$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2$
0·1756 : 0·2523 : 0·9713.
0·696 : 1 : 3·849.

VI.

Uebergang vom Knoten- zum Andalusitschiefer aus dem Andlauthal; röthlich braun gefärbt. Die schiefrige Struktur ist nur an verwitterten Stellen noch wahrnehmbar. Das Gestein ist noch dicht mit schwarzen Flecken durchschwärmt, die aber wegen der dunkleren Farbe der Grundmasse nicht mehr so auffallend sichtbar sind. Mit der Loupe sind schon einige Glimmerblättchen erkennbar.

Hygroskopisches Wasser = 0·52 %.
Specifisches Gewicht = 2·850.

		O-Verhältniss.	Molekularverh.
SiO_2	= 56·680 . . .	30·229	0·9446
Al_2O_3	= 27·900 . . .	13·129	0·2735
Fe_2O_3	= 6·377 . . .	1·913	0·0398
FeO	= 0·290 . . .	0·064	0·0040
MnO	= Spur . . .	—	—
CaO	= 0·710 . . .	0·202	0·0126
MgO	= 1·070 . . .	0·428	0·0267
Ka_2O	= 3·765 . . .	0·640	0·0400
Na_2O	= 0·826 . . .	0·213	0·0133
H_2O	= 2·700 . . .	—	0·1500.
Summa	=100·318.		

$$\frac{RO + R_2O_3}{SiO_2} = 0·549.$$

$$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0{\cdot}2033 : 0{\cdot}0433 : 0{\cdot}3133 : 0{\cdot}9446.$$
$$R_2O + RO : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0{\cdot}2466 : 0{\cdot}3133 : 0{\cdot}9446.$$
$$0{\cdot}787 : 1 : 3{\cdot}015.$$

Ohne Wasser:

$$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0{\cdot}0533 : 0{\cdot}0433 : 0{\cdot}3133 : 0{\cdot}9446.$$
$$R_2O + RO : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0{\cdot}0966 : 0{\cdot}3133 : 0{\cdot}9446.$$
$$0{\cdot}383 : 1 : 3{\cdot}015.$$

Die folgenden drei Analysen betreffen das Endglied der Metamorphose, wie es dem Granit zunächst ansteht. Das Gestein hat nun jede schiefrige Struktur verloren, die knotigen Concentrationen sind nicht mehr vorhanden, es ist sehr hart, dunkel, beinahe schwarz gefärbt und durch und durch krystallinisch geworden. Mit Hülfe des Mikroskops erkennt man ein durchaus krystallines Gemenge von Quarz, Glimmer und Andalusit.

VII.

Andalusitschiefer vom Kiehnberg.

Hygroskopisches Wasser 0,24 %.

Specifisches Gewicht = 2·820.

		O-Verhältniss.	Molekularverh.
SiO_2	= 58·810	31·365	0·9801
TiO_2	= Spur	—	—
Al_2O_3	= 24·383	11·474	0·2390
Fe_2O_3	= 7·380	2·214	0·0461
MnO	= 0·201	0·045	0·0028
FeO	= 0·495	0·100	0·0068
CaO	= 0·890	0·254	0·0158
MgO	= 1·700	0·680	0·0425
Ka_2O	= 2·509	0·427	0·0267
Na_2O	= 0·983	0·253	0·0158
H_2O	= 2·170	—	0·1205.
Summa	= 100·615.		

$$\frac{RO + R_2O_3}{SiO_2} = 0{\cdot}492.$$

$$R_2O : RO \quad R_2O_3 : SiO_2$$
$$0{\cdot}1630 : 0{\cdot}0679 : 0{\cdot}2851 : 0{\cdot}9801.$$
$$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0{\cdot}2309 : 0{\cdot}2851 : 0.9801.$$
$$0{\cdot}809 : 1 : 3{\cdot}437.$$

Sieht man vom Wassergehalt ab:

$$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0{\cdot}0425 : 0.0679 : 0{\cdot}2851 : 0{\cdot}9801.$$
$$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0{\cdot}1104 : 0{\cdot}2851 : 0{\cdot}9801.$$
$$0{\cdot}387 : 1 : 3{\cdot}437.$$

		O-Verhältniss.	Molekularverh.
SiO_2	= 58·28 . . .	31·082	0·9713
TiO_2	= Spur . . .	—	—
Al_2O^2	= 20·77 . . .	9·774	0·2036
Fe_2O_3	= 7·79 . . .	2·337	0·0487
FeO	= 1·94 . . .	0.431	0·0269
MnO	= Spur . . .	—	—
CaO	= 2·57 . . .	0·734	0·0457
MgO	= 1·86 . . .	0·744	0·0465
Ka_2O	= 3·44 . . .	0·587	0·0365
Na_2O	= 1·24 . . .	0·320	0·0200
H_2O	= 3·39 . . .	—	0·1882.
Summa	= 101·280.		

$$\frac{R.O + R_2O_3}{SiO_2} = 0{\cdot}480.$$

$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$
0·2447 : 0·1191 : 0·2523 : 0·9713.

$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2$
0·3638 : 0·2523 : 0·9713.
1·441 : 1 : 3·849.

Ohne Wasser:

$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$
0·0565 : 0·1191 : 0·2523 : 0·9713.

$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2$
0·1756 : 0·2523 : 0·9713.
0·696 : 1 : 3·849.

VI.

Uebergang vom Knoten- zum Andalusitschiefer aus dem Andlauthal; röthlich braun gefärbt. Die schiefrige Struktur ist nur an verwitterten Stellen noch wahrnehmbar. Das Gestein ist noch dicht mit schwarzen Flecken durchschwärmt, die aber wegen der dunkleren Farbe der Grundmasse nicht mehr so auffallend sichtbar sind. Mit der Loupe sind schon einige Glimmerblättchen erkennbar.

Hygroskopisches Wasser = 0·52 %.
Specifisches Gewicht = 2·850.

		O-Verhältniss.	Molekularverh.
SiO_2	= 56·680 . . .	30·229	0·9446
Al_2O_3	= 27·900 . . .	13·129	0·2735
Fe_2O_3	= 6·377 . . .	1·913	0·0398
FeO	= 0·290 . . .	0·064	0·0040
MnO	= Spur . . .	—	—
CaO	= 0·710 . . .	0·202	0·0126
MgO	= 1·070 . . .	0·428	0·0267
Ka_2O	= 3·765 . . .	0·640	0·0400
Na_2O	= 0·826 . . .	0·213	0·0133
H_2O	= 2·700 . . .	—	0·1500.
Summa	= 100·318.		

$$\frac{RO + R_2O_3}{SiO_2} = 0{\cdot}549.$$



VIII.

Andalusitschiefer von Landsberg.

Hygroskopisches Wasser = 0·107.

Specifisches Gewicht = 2·773.

		C-Verhältniss.	Molekularverh.
SiO_2	= 54·11 . . .	28·858	0·9018
Al_2O_3	= 30·77 . . .	14·483	0·3016
Fe_2O_3	= 3·500 . . .	1·050	0·0218
FeO	= 6·010 . . .	1·335	0·0808
MnO	= Spur . . .	—	—
CaO	= 1·510 . . .	0·431	0·0269
MgO	= 1·180 . . .	0·472	0·0295
Ka_2O	= 0·878 . . .	0·149	0·0093
Na_2O	= 1·210 . . .	0·212	0·0195
H_2O	= 1·450 . . .	—	0·0805.
Summa	= 100·618.		

$$\frac{RO + R_2O_3}{SiO_2} = 0·628.$$

$$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0·1093 : 0·1582 : 0·3234 : 0·9018.$$

$$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0·2675 : 0·3234 : 0·9018.$$
$$0·827 : 1 : 2·788.$$

Ohne Wasser:

$$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0·0288 : 0·1582 : 0·3234 : 0·9018.$$

$$(R_2O + RO : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0·1870 : 0·3234 : 0·9018.$$
$$0·578 : 1 : 2·788.$$

IX.

Andalusitschiefer zwischen Landsberg und Kiehnberg.

Hygroskopischds Wasser = 0·07 %.

Specifisches Gewicht = 2·823.

		O-Verhältniss.	Molekularverh.
SiO_2	= 58·273 . . .	31·077	0·9712
TiO_2	= 0·190 . . .	0·074	0·0023
Al_2O_3	= 25·378 . . .	11·942	0·2488
Fe_2O_3	= 5·382 . . .	1·614	0·0335
FeO	= 5·148 . . .	1·144	0·0715
MnO	= Spur . . .	—	—
CaO	= 0·820 . . .	0·234	0·0146
MgO	= 2·596 . . .	1·038	0·0649
Ka_2O	= Spur . . .	—	—
Na_2O	= „ . . .	—	—
H_2O	= 1·990 . . .	—	0·1105.
Summa	= 99·777.		

$$\frac{RO + R_2O_3}{SiO_2} = 0·512.$$

$$R_2O : RO : R_2O_3 : (SiO_2 + TiO_2)$$
$$0{\cdot}1105 : 0{\cdot}1510 : 0{\cdot}2823 : 0{\cdot}9735.$$
$$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2 + TiO_2$$
$$0{\cdot}2615 : 0{\cdot}2823 : 0{\cdot}9735.$$
$$0{\cdot}926 : 1 : 3{\cdot}448.$$

Ohne Wasser:

$$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2 + TiO_2$$
$$0 : 0{\cdot}1510 : 0{\cdot}2823 : 0{\cdot}9735$$
$$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2 + TiO_2$$
$$0{\cdot}534 : 1 : 3{\cdot}448.$$

Partialanalyse.

Die im Vorhergehenden aufgeführten Analysen erlauben n wenig sichere Schlüsse über die quantitative mineralogische Z sammensetzung der Gesteine, wie es bei dem klastischen Materi nicht anders erwartet werden kann. Trotzdem nun von der einz gen Methode, welche für den Chemiker übrig bleibt, sich ein Bi von den Mengenverhältnissen der constituirenden Mineralien zu ve schaffen, der Partialanalyse, nur unsichere Resultate erwartet wei den können, da man bei Anwendung derselben Bedingungen voraus zusetzen gezwungen ist, welche von der Natur nicht erfüllt wurder habe ich mich dennoch derselben bedient, um so lieber, als in die sem Falle wirklich die Widerstandsfähigkeit der wesentlichen Be standtheile gegen Reagentien eine ausserordentlich verschiedene ist

Die folgende Untersuchung bezieht sich auf das unter IX. aufgeführte Gestein. Die chemischen Formeln, welche dieser, sowie allen ähnlichen Berechnungen zu Grunde gelegt sind, sind die von Herrn Prof. GROTH in seiner »Tabellarischen Uebersicht der Mineralien« (Braunschweig 1874) gewählten Constitutionsformeln.

Die Substanz wurde 24 Stunden mit verdünnter Salzsäure von 1·09 spec. Gew. digerirt, zur Trockne verdampft, mit Salzsäure und heissem Wasser ebenso wie früher gelöst und filtrirt.

A. In Lösung waren:

TiO_2	= 0·197	0·0024
Al_2O_3	= 9·380	0·0912
Fe_2O_3	= 5·382	0·0337
FeO	= 5·148	0·0715
CaO	= 0·357	0·0063
MgO	= 2·244	0·0561.

Aus dem ungelösten Rückstande wurden durch heisse Sodalösung nach anhaltendem Kochen gelöst:

$$SiO_2 = 11{\cdot}870 = 0{\cdot}1978.$$

Berechnet man die so erhaltenen Werthe auf Titaneisen, Magneteisen und Magnesiaglimmer, so erhält man:

1. Titaneisen aus TiO_2 unter Annahme gleicher Atome Fe_2O_3 und Ti_2O_3:

$TiO_2 = 0{\cdot}0024 = Ti_2O_3\ 0{\cdot}355\ \%$
$Fe_2O_3 = 0{\cdot}0024 = \quad 0{\cdot}383\ \%.$
Summa: 0·738.
$(TiFe)_2O_3 = 0{\cdot}738\ \%.$

2. Magneteisen aus dem übrigen Fe_2O_3.

Aequivalentz.:
$FeO = 0{\cdot}0313 = 2{\cdot}2536\ \%$
$Fe_2O_3 = 0{\cdot}0313 = 5{\cdot}0080\ \%.$
$FeO + Fe_2O_3 = 7{\cdot}2616.$

3. Magnesiaglimmer aus der gesammten MgO und dem Rest des FeO.

Aequivalentz.:
$MgO = 0{\cdot}0561 \ldots\ldots = 2{\cdot}2440\ \%$
$FeO = 0{\cdot}0402 \ldots\ldots = 2{\cdot}8944$ „
$Al_2O_3 = 0{\cdot}0963 \ldots\ldots = 9{\cdot}8226$ „
$SiO_2 = 0{\cdot}1926 \ldots\ldots = 11{\cdot}4560$ „
$2\,(MgFe)O + 2\,Al_2O_3 + 4\,SiO_2 = 26{\cdot}4170\ \%.$

B. Der in Salzsäure und Sodalösung unlösliche Rückstand wurde mit kohlensaurem Natron aufgeschlossen und ergab:

	P.Ct.	Aequivalentz.
SiO_2	= 45·990	= 0·7665
Al_2O_3	= 15·998	= 0·1565
CaO	= 0·352	= 0·0062
MgO	= 0·174	= 0·0043.

1. Magnesiaglimmer aus MgO:

$MgO = 0{\cdot}0043$ Aequ. $= 0{\cdot}174\ \%$
$Al_2O_3 = 0{\cdot}0043$ „ $= 0{\cdot}4420$ „
$SiO_2 = 0{\cdot}0086$ „ $= 0{\cdot}5260$ „
$2\,MgO,\ 2\,AlO_3,\ 4\,SiO_2 = 1{\cdot}1420\ \%.$

2. Andalusit aus der übrigen Al_2O_3.

Nach Abzug der kleinen Menge Glimmer, welche sich aus dem Rest der Magnesia berechnet, und unter Vernachlässigung des Kalks (es konnte nicht constatirt werden, in welcher Verbindung derselbe vorhanden war) ergibt sich

$Al_2O_3 = 0{\cdot}1522$ Aequ. $= 15{\cdot}6561\ \%$
$SiO_2 = 0{\cdot}1522$ „ $= 9{\cdot}1320$ „
$Al_2O_3,\ SiO_2 = 24{\cdot}7881\ \%.$

3. Der Rest der ungelösten Kieselsäure = Quarz.

$SiO_2 = 0{\cdot}612$ Aequ. $= 36{\cdot}756\ \%.$

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	TiO_2
Quarz	36·75	—	—	—	—	—	—
Andalusit	9·13	15·65	—	—	—	—	—
Magnesiaglimmer . .	0·52	0·44	—	—	—	0·17	—
„	11·45	9·82	—	2·89	—	2·24	—
Magneteisen . . .	—	—	5·00	2·25	—	—	—
Titaneisen	—	—	0·38	—	—	—	0·19
Summa	57·85	25·91	5·38	5·14	—	2·41	0·19
Differenz . . .	—	0·54	—	—	0·709	—	—

Aus der vorstehenden tabellarischen Uebersicht der verrechneten Substanz ergibt sich im Verhältniss zu der Unsicherheit der Methode, eine nur unbedeutende Differenz zwischen den verrechneten und den durch die Analyse wirklich erhaltenen Bestandtheilen. Die an einem anderen Gestein ausgeführte Partialuntersuchung hat, wie erwartet werden konnte, ganz ähnliche Resultate ergeben.

Granitit.

Der sich aus den Lagerungsverhältnissen ergebende Urheber der Metamorphose ist ein normaler, porphyrartiger Granitit. Der darin enthaltene etwas roth gefärbte Quarz ist reich an Flüssigkeitseinschlüssen und langen farblosen Apatitnadeln. Der weit überwiegende rothe monosymmetrische Feldspath zeigt schon mit dem blossen Auge erkennbare lamellare Verwachsungen mit einem ungefärbten asymmetrischen Feldspath. Der Glimmer ist ein schwarzer, eisenreicher Magnesiaglimmer. Der Glimmer ist zum Theil in grüne chloritische Substanz umgewandelt. Als accessorische Gemengtheile enthält der Granitit schwarze Körner von Magnet- und Titaneisen. Der Granitit hat folgende chemische Zusammensetzung:

		O-Verhältniss.	Molekularverh.
SiO_2	= 68·967	. . . 36·782	1·1494
Al_2O_3	= 14·797	. . . 6·963	0·1450
Fe_2O_3	= 2·320	. . . 0·696	0·0145
FeO	= 0·850	. . . 0·188	0·0118
MnO	= 0·010	. . . 0·002	0·0001
TiO_2	= 0·309	. . . 0·120	0·0037
CaO	= 3·815	. . . 1·090	0·0681
MgO	= ·1·150	. . . 0·460	0·0287
Ka_2O	= 4·538	. . . 0·772	0·0482
Na_2O	= 2·460	. . . 0·633	0·0396
H_2O	= 0·707	. . . —	0·0392.
Summa	= 99·923.	$\frac{RO + R_2O_3}{Si\,O_2} = 0.290.$	

Spec. Gewicht des Granitits = 2·6800.

Wegen der so deutlich sichtbaren lamellaren Verwachsungen war es interessant, die chemische Zusammensetzung des Feldspathes zu wissen, und wurde desshalb aus einer grösseren Menge des grob zerschlagenen Gesteins die nöthige Menge Kalifeldspath ausgesucht und analysirt. Der Feldspath ist nur sehr wenig verwittert und gelang es verhältnissmässig leicht, denselben auszusuchen; nur war es schwer, ihn von den fest anhängenden und zum Theil durchgewachsenen äusserst kleinen Glimmerblättchen zu befreien, ebenso wie von dem eingewachsenen Quarz, und ist es auch, trotz der angewendeten Mühe, wie die folgende Analyse beweist, nur unvollkommen gelungen.

Kalifeldspath.

		O-Verhältniss.	Molekularverh.
SiO_2	= 66·852 . . .	35·654	1·114
Al_2O_3	= 18·432 . . .	8·673	0·179
Fe_2O_3	= 1·082 . . .	0·324	0·006
CaO	= 0·084 . . .	0·024	0·001
MgO	= 0·022 . . .	0·009	0.0005
Ka_2O	= 11·475 . . .	1·953	0·122
Na_2O	= 2·958 . . .	0·763	0·047
H_2O	= 0·033 . . .	—	0·0018.
Summa	= 100·938		

$RO : R_2O_3 : SiO_2 = 1 : 3{\cdot}246 : 12{\cdot}970.$

1. Berechnet man das Wasser auf Kaolin:

Aequivalentz.	pCt.
H_2O = 0·0018	= 0·033
Al_2O_3 = 0.0009	= 0·09252
SiO_2 = 0·0018	= 0·1080
$2H_2O, Al_2O_3, 2SiO_2$ =	0·2335 %.

2. Magnesiaglimmer aus MgO unter Annahme gleicher Aequivalente MgO und FeO.

Aequivalentz.	pCt.
MgO = 0·00055	0·0220
FeO = 0·00055	0·0396
Al_2O_3 = 0·00110	0·1130
SiO_2 = 0·00220	0·1320
$2(MgFe)O, 2Al_2O_3, 4SiO_2$ =	0·3066 %.

3. Der Rest von Fe_2O_3 als Eisenglanz: 1·038 %.

4. Kalifeldspath aus Ka_2O:

Aequivalentz.	pCt.
SiO_2 = 0·732	= 43·920
Al_2O_3 = 0·122	= 12·541
Ka_2O = 0·122	= 11·475
$Ka_2O, Al_2O_3, 6SiO_2$	= 67·936 %.

5. Natronfeldspath aus Na_2O:

Na_2O = 0·047	= 2·958 %
Al_2O_3 = 0·047	= 4·794 „
SiO_2 = 0·282	= 16·920 „
$Na_2O, Al_2O_3, 6SiO_2$	= 24·672 %.

6. Aus CaO Kalkfeldspath:

CaO = 0·0015	= 0·084 %
Al_2O_3 = 0·001	= 0·102 „
SiO_2 = 0·002	= 0·120 „
$CaO, Al_2O_3, 2SiO_2$	= 0·306 %.

7. Quarz aus dem Rest der Kieselsäure:
SiO_2 = 5·652 %.

Wären die beiden unter 5. und 6. aufgeführten Substanzen in isomorpher Mischung als asymmetrischer Kalknatronfeldspath vorhanden, so betrüge diese letztere über ein Drittel von der Menge

des monosymmetrischen Kalifeldspathes. Der ungefähren Schätzung nach ist die relative Menge des ersteren geringer, es muss also ein Theil des Natronfeldspaths in der monosymmetrischen Form als isomorphe Beimischung im Orthoklas enthalten sein.

Eine genügende Uebereinstimmung mit der Schätzung jenes Mengenverhältnisses bekommt man, wenn man annimmt, dass der Orthoklas auf 3 Moleküle, der Kali 1 Molekül der Natronverbindung enthält. Dann ergibt sich: natronhaltiger Orthoklas, in dem sich Kali und Natron verhalten wie 3 : 1 und es bleibt eine geringe Menge Kalknatronfeldspath, die von dem Orthoklas nicht genügend getrennt war.

Berechnung des Granitits mit Weglassung der geringen Mengen Wasser:

1. Der monosymmetrische Feldspath, wie er durch Sonderanalyse gefunden wurde mit dem angenommenen Verhältniss 3 : 1 Kali zu Natronfeldspath.

Ka_2O	= 0·0481	= 4·5310
Na_2O	= 0·0160	= 0·9920
Al_2O_3	= 0·0641	= 6·5382
6 SiO_2	= 0·3846	= 23·0760
	0·5128 Mol.	= 35·1372 %.

2. Der asymmetrische Feldspath. Bei diesem ergibt sich ein Verhältniss von Natronfeldspath zu Kalkfeldspath ziemlich genau wie 2 : 3.

Na_2O	= 0·0236	= 1·4632
CaO	= 0·0681	= 3·8136
Al_2O_3	= 0·0917	= 9·3534
SiO_2	= 0·2778	= 16·6680
	0·4612	= 31·2982.

3. Titaneisen aus TiO_2.

Fe_2O_3	= 0·00339	= 0·5424
Ti_2O_3	= 0·00339	= 0·5017
	0·00678	= 1·0441.

4. Quarz aus dem Rest der Kieselsäure.

SiO_2 = 0·4090 = 24·5430.

5. Magnesiaglimmer aus den Gesammtmengen MgO und FeO.

	Aequivalentz.	pCt.
MgO	= 0·0287	= 1·1480
FeO	= 0·0108	= 0·7776
Al_2O_3	= 0·0395	= 4·0290
SiO_2	= 0·0790	= 4·7400
	0·1580	= 10·6946.

6. Eisenoxyd aus dem Rest des Eisenoxyds.

0·0108 = 1·6480.

Granitit.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	Ka_2O	Na_2O	Ti_2O_3	H_2O
monos. Feldsp. .	23·0760	6·5382	—	—	—	—	4·5310	0·9920	—	—
asymm. Feldsp. .	16·6680	9·3534	—	—	3·8136	—	—	1·4632	—	—
Quarz	24·5430	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Titaneisen . .	—	—	0·5424	—	—	—	—	—	0·309	—
Mgglimmer . .	4·7400	4·0290	—	0·7776	—	1·1480	—	—	—	—
Eisenoxyd . .	—	—	1·6480	—	—	—	—	—	—	—
Summa . .	68·9670	19·9206	2·1904	0·7776	3·8136	1·1480	4·5310	2·4552	0·309	—

Die verhältnissmässig grosse Differenz, welche sich zwischen der verrechneten und wirklich vorhandenen Menge von Thonerde zu erkennen gibt, kann wohl zum Theil auf Verwitterungserscheinungen zurückgeführt werden, worauf auch der Wassergehalt hinweist, den man sich in den Produkten der Verwitterung, d. h. zum Theil im Kaolin, zum Theil im Brauneisenerz (mit dem obigen Rest von Fe_2O_3 verbunden) zu denken hat.

Discussion der Resultate und Vergleichung mit früheren Arbeiten.

Uebersieht man die beiden bei dieser Contactzone in Betracht kommenden Gesteine, deren Zusammenhang und gegenseitige Abhängigkeit geologisch nicht verkannt werden kann, so stehen sich, vom chemischen Standpunkte betrachtet, einander zwei Dinge gegenüber, zwischen denen kein Uebergang zu finden ist, die sogar äusserst scharf gegen einander abgegrenzt sind. Auf der einen Seite ein normaler Granitit, auf der anderen Seite ein in seiner ganzen Ausdehnung sich chemisch fast gleich bleibender Thonschiefer. Die petrographischen Eigenschaften des letzteren sind an der Granitgrenze am auffallendsten verändert, die Metamorphose wird proportional zu der Entfernung vom Granitstock stetig abgeschwächt, bis sie zuletzt gar nicht mehr bemerkt werden kann.

Die beiden folgenden Tabellen sollen einen Ueberblick über die chemische Zusammensetzung der metamorphosirten Gesteine erleichtern und sind in der ersteren die Resultate der Analysen, wie sie gefunden wurden, wiedergegeben, in der zweiten auf 100 wasserfreie Substanz berechnet. Zur Bestimmung des hygroskopischen Wassers wurde besondere Substanz angewendet, der Procentgehalt ist also auch gesondert von den übrigen Angaben aufgeführt.

I. Steiger Schiefer bei Steige.
II. „ „ vom Littelsbacher Thal.
III. Knotenschiefer zwischen Dudenbach und Hasselbachthal.
IV. „ aus dem Andlauthal.
V. „ zwischen Dudenbach und Hasselbachthal.
VI. Uebergang vom Knoten- zum Andalusitschiefer aus dem Andlauthal.
VII. Andalusitschiefer vom Kiehnberg.
VIII. „ vom Landsberg.
IX. „ zwischen Landsberg und Kiehnberg.

I.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Hygrosk. H_2O	1·54	—	0·519	1·038	0·570	0·520	0·24	0·107	0·070
Spec. Gew. .	2·790	2·812	2·828	2·831	2·879	2·850	2·820	2·773	2·823
SiO_2 . .	57·320	57·425	63·87	60·20	58·28	56·68	58·81	54·11	58·27
Al_2O_3 . .	25·270	27·319	22·12	27·09	20·77	27·90	24·38	30·77	25·37
Fe_2O_3 . .	6·430	8·165	7·28	3·38	7·79	6·37	7·38	3·50	5·38
FeO . .	1·308	0·787	1·08	2·22	1·94	0·29	0·49	6·01	5·14
MnO . .	0·220	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	0·20	Spur	Spur
CaO . .	1·050	0·656	0·09	0·95	2·57	0·71	0·89	1·51	0·82
MgO . .	0·660	0·891	0·06	0·65	1.86	1·07	1·70	1·18	2·59
Ka_2O . .	2·582	3·263	1·63	1·24	3·44	3·76	2·50	0·87	Spur
Na_2O . .	2·170	Spur	0·97	0·47	1·24	0·82	0·98	1·21	Spur
H_2O . .	3·770	2·771	3·51	4·40	3·39	2·70	2·17	1·45	1·99
TiO_2 . .	Spur	0·125	—	Spur	Spur	—	Spur	Spur	0·19
Summa	100·78	101·41	100·61	100·60	101·49	100·41	100·61	100·61	99·77

II. Berechnet auf 100 wasserfreie Substanz.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI,	VII.	VIII.	IX.
SiO_2 . .	59·08	58·22	65·77	62·57	59·30	58·00	59·64	54·56	59·59
Al_2O_3 . .	26·05	·27·69	22·78	28·16	21·17	28·55	24·76	31·03	25·94
Fe_2O_3 .	6·62	8.27	7·49	3·52	7·93	6·51	7·49	3.53	5·50
FeO . .	1·34	0·79	1·11	2·30	1·96	0·29	0·49	6·06	5·25
MnO . .	0·22	—	—	—	—	—	0·20	—	—
CaO . .	1·07	0·66	0·09	0·98	2·62	0·72	0·90	1·52	0·83
MgO . .	0·68	0·90	0·06	0·67	1·89	1·09	1·72	1·19	2·65
Ka_2O . .	2·66	3·30	1·67	1·29	3·50	3·84	2·56	0·87	—
Na_2O . .	2·23	—	0·99	0·48	1·26	0·83	0·99	1·22	—
TiO_2 . .	—	0·12	—	—	—	—	—	—	0·19

Wie aus diesen Zusammenstellungen evident ersichtlich, lassen die Thonschiefer nur Verschiedenheiten erkennen, wie sie durch die Art und Weise der Entstehung des Gesteins bedingt

werden. Die specifischen Gewichte schwanken in engen Grenzen und wenn man auch bei den krystallinisch gewordenen Schiefern ein höheres specifisches Gewicht erwarten könnte, so wird dasselbe wieder heruntergedrückt durch den ausgeschiedenen freien Quarz. Denn wie schon Bischof (Chem. u. phys. Geolog. Band II, 335) erkannt hat, liefert die feldspathartige Grundmasse in den Thonschiefern bei ihrer Umbildung freien Quarz, und durch den erhöhten Gehalt an diesem müssen die höheren specifischen Gewichte von Magnesiaglimmer (Rammelsberg 2·7—2·8) und Andalusit (Haidinger 3·17 — Damour 3·16) wieder ausgeglichen werden.

Finden nun auch wirklich zwischen der chemischen Substanz nicht unbedeutende Schwankungen Statt, zeigt z. B., um eclatante Beispiele anzuführen, Analyse V nur 20·77 Thonerde, während VIII mit 30·77 in derselben Reihe steht, und sind in I, V und VI circa 4 % Alkalien, während in IX nur quantitativ nicht zu bestimmende Mengen derselben gefunden wurden, so ist doch in diesem Wechsel durchaus keine regelmässige Beziehung zu dem mehr oder weniger hohen Grade der Metamorphose zu erkennen. Aehnliche Substanzdifferenzen sind unter den gleichweit metamorphosirten Schiefern, von denen Handstücke an verschiedenen Orten geschlagen wurden, zu beobachten und kehren wieder bei den Schiefern verschiedener Profile, wie die Analysen I und II beweisen.

Der Kieselsäuregehalt der petrographisch ganz gleichen Andalusitschiefer variirt von 54·11—58·81, der Gehalt an Thonerde von 24·38—30·77 und ebensolche Unterschiede finden sich zwischen den Knotenschiefern III und IV und den unveränderten Thonschiefern.

Gesetzmässige Verschiedenheit ist nur an dem Wassergehalt ersichtlich. Das hygroskopische Wasser nimmt nach der Granitgrenze hin ab, ein Umstand, der durch die zunehmende Krystallinität der Gesteine leicht zu erklären ist. Ebenso sieht man das chemisch gebundene Wasser sich in demselben Sinne verringern. Endlich konnte organische Substanz wohl in den unveränderten und wenig veränderten Schiefern, wenn auch nur in sehr geringen, quantitativ nicht bestimmbaren Mengen, dagegen in den Andalusitschiefern chemisch gar nicht mehr wahrgenommen

werden. Dafür, dass der Kohlenstoff in irgend einer Weise weggeführt wurde, spricht vielleicht auch der hohe Gehalt an Eisenoxydul, wie er in einzelnen am meisten metamorphosirten Schiefern vorhanden ist, und lässt, da derselbe nur sporadisch wiederkehrt, auf eine frühere locale Anhäufung von organischer Substanz schliessen, welche bei ihrer Oxydation das vorhandene Eisenoxyd reduciren musste.

Es ist demnach eine regelmässige Zu- und Wegführung von Substanz mit der fortschreitenden Metamorphose aus den wiedergegebenen Analysen eben so wenig zu erkennen, wie bei den früher untersuchten Contactgesteinen des Voigtlandes und der Lunzenauer Schieferhalbinsel, daher die wahrscheinlichste Annahme über die Natur der Metamorphose die einer molekularen Umwandlung ist. —

Sei es mir nun noch gestattet, die Aehnlichkeit hervorzuheben, welche sich in chemischer Beziehung zwischen den metamorphen Schiefern der Vogesen und denen von Fikenscher, Carius und Fuchs untersuchten, zu erkennen gibt. Es ist dieser Umstand sicher von hoher Bedeutung, ein Wegweiser auf diesem dunklen Gebiete, der berücksichtigt werden muss, wenn wir auch die darauf geschriebenen Worte noch nicht zu entziffern vermögen. In der unten aufgeführten Tabelle sind die Mittelwerthe der Zusammensetzung der bezeichneten Gesteine zusammengestellt, unter A mit Berücksichtigung des chemisch gebundenen Wassers, unter B auf 100 wasserfreie Substanz berechnet. Selbstverständlich habe ich mir aus der früher citirten Arbeit von Prof. Fuchs nur die Analysen derjenigen Gesteine ausgesucht, welche als wirkliche Thon-, Fleck- und Glimmerschiefer bezeichnet sind und von den Gneissen und massigen Gesteinen abgesehen.

A.

	Vogesen.	Voigtland.	Lunzenau.	Pyrenäen.
SiO_2	= 57·93	60·76	65·37	57·45
Al_2O_3	= 26·38	21·57	17·87	19·96
Fe_2O_3	= 7·04	—	—	3·75
FeO	= 1·54	6·30	5·78	4·16
MnO	= 0·02	0·26	0·44	—
CaO	= 0·86	0·54	0·35	4·24

	Vogesen.	Voigtland.	Lunzenau.	Pyrenäen.
MgO =	1·05	2·19	2·60	2·41
Ka_2O =	2·63	3·53	3·02	2·16
Na_2O =	0·48	2·21	0·49	1·07
H_2O =	2·84	3·15	3·29	3·61

B.

SiO_2 =	59·09	62·39	68·15	60·32
Al_2O_3 =	26·90	22·14	18·58	20·95
Fe_2O_3 =	7·18	—	—	3·94
FeO =	1·55	6·47	6·02	4·37
MnO =	0·04	0·27	0·45	—
CaO =	0·87	0·56	0·36	4·45
MgO =	0·09	2·24	2·71	2·53
Ka_2O =	2·66	3·63	3·14	2·26
Na_2O =	0·50	2·26	0·50	1·13

Berechnet man nun auch für diese Durchschnittszahlen, sowie es für unsere einzelnen Analysen geschehen ist, das Verhältniss von $R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$, so ergibt sich für die Thonschiefer des Voigtlandes:

$$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0·247 : 0·153 : 0·211 : 1·012.$$
$$(R_2O + RO) : RO : SiO_2.$$
$$0·400 : 0·211 : 1·012.$$
$$1·89 : 1 : 4·79.$$

Ohne Wasser:

$$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0·072 : 0·153 : 0·211 : 1·012.$$
$$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0·225 : 0·211 : 1·012.$$
$$1·06 : 1 : 4·79.$$

Für die Thonschiefer der Lunzenau:

$$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0·220 : 0·156 : 0·17 : 109.$$
$$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0·376 : 0·17 : 1·09.$$
$$2·21 : 1 : 6·041.$$

Ohne Wasser:

$$R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0·040 : 0·156 : 0·17 : 1·09.$$
$$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2$$
$$0·196 : 0·17 : 1·09.$$
$$1·15 : 1 : 6·041.$$

Für die Vogesenschiefer sind die Durchschnittswerthe:

$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2$
$0.935 : 1 : 3.291.$

Ohne Wasser:

$(R_2O + RO) : R_2O_3 : SiO_2$
$0.403 : 1 : 3.291.$

Während demnach bei den letzterwähnten Gesteinen die Summe von $R_2O + RO$ zur Glimmerbildung noch nicht die Hälfte von R_2O_3 erfordert, der Rest von Al_2O_3 also leicht Andalusit bilden kann, scheint dies bei den beiden vorhergehenden Schiefern nicht möglich. Doch ist zu bemerken, dass bei diesen der gesammte — nicht durch die Analysen in Oxyd und Oxydul getrennte — Eisengehalt auf die Monoxyde geworfen ist, deren Menge also zu gross, die der Sesquioxyde entsprechend zu klein angenommen ist.

Da sich der erwiesene Ueberschuss von Thonerde und Kieselsäure nicht nur bei den metamorphosirten Schiefern, sondern auch in den noch unveränderten Thonschiefern vorfindet, die Fähigkeit der Andalusitbildung — denn diese muss als die wesentliche Erscheinung, die Flecken- und Knotenbildung nur als unvollendete Metamorphose aufgefasst werden — also in dem Schiefermaterial präexistirte, wie die heute noch wesentlich gleiche chemische Zusammensetzung der Gesteine genügend beweist, so muss nach einer von der Stoffzufuhr verschiedenen Ursache gesucht werden, welche die Metamorphose auf so weite Strecken hin bewirken konnte.

Zur Erforschung der Bedingungen zur Bildung von Glimmer und Andalusit in derartigen Schiefern schien es von Interesse, einerseits die künstliche Darstellung des letzten Minerals zu versuchen, andererseits die Einwirkung verschiedener Reagentien auf den unveränderten Schiefer zu studiren.

Was die erstere Frage betrifft, so erhielt Ebelmen Chiastolith dadurch, dass er Pottasche, Kieselsäure und Thonerde im Porcellanofen mehrere Tage erhitzte, bis Pottasche zum Theil verflüchtet war. Den gleich zusammengesetzten Disthen glaubte Daubrée dargestellt zu haben, durch Einwirkung von $SiCl_4$ auf Thonerde; nachträglich wurde aber von St. Claire Deville bewiesen, dass die von Daubrée erhaltenen Resultate 43·2 SiO_2

auf 56·8 Al_2O_3 enthielt, während für Disthen 37·7 SiO_2 und 62·1 Al_2O_3 gefordert wird.

Es sind das die einzigen bekannten Versuche, die in der Literatur für die Nachbildung andalusitähnlicher Mineralien angegeben werden.

Alle meine zahlreichen Versuche, Andalusit darzustellen, haben negative Resultate ergeben und kann ich nur hoffen, dass andere, noch nicht beendete, von besserem Erfolge gekrönt werden.

Zunächst sind alle Versuche missglückt, bei denen ich erwartete, durch directe Einwirkung von kieselsaurem Alkali auf die verschiedensten Thonerdesalze im zugeschmolzenen Rohr Andalusit zu erhalten.

Durch Schmelzen der Hydrate von Kieselsäure und Thonerde in Borax erhielt ich eine sehr grosse Menge kleine aber deutliche monosymmetrische Krystalle, die aber durch anhaltendes Behandeln mit Salzsäure wieder gelöst wurden.

Eine Lösung von kieselsaurem Alkali mit $Al(OH)_3$ und freie Kohlensäure in ein Rohr eingeschmolzen und erhitzt, hat nichts ergeben. Ebenso haben alle Versuche, welche analog der Kuhlmann'schen Cämentbildung (Annal. d. Chem. u. Pharm. 41), sowie auch den Drevermann'schen Diffusionsversuchen (Annal. d. Chem. u. Pharm. 89, pag. 11—40) eingeleitet wurden, bis dahin keinen Erfolg gehabt.

Die Versuche der zweiten Art, den unveränderten Schiefer selbst in irgend einer Weise zu verändern, konnten noch nicht in grösserer Zahl ausgeführt werden; nach den wenigen vorliegenden Erfahrungen hat es aber den Anschein, als ob es möglich sein würde, sich auf diesem Wege der Lösung der Frage zu nähern. Freilich hat man auch hier mit nicht zu unterschätzenden Schwierigkeiten zu kämpfen, da man anzunehmen berechtigt ist, dass die Thonschiefer damals, als sie metamorphosirt wurden, noch in einem reactionsfähigeren Zustande waren, als sie jetzt sind. Braune, unregelmässig begrenzte Flecken kann man zunächst schon durch anhaltendes heftiges Glühen über dem Gebläse erhalten.

Ferner wurde in schmelzendes Chlorcalcium etwa 1 Gramm von dem gepulverten unveränderten Thonschiefer eingetragen,

zwei Stunden im Schmelzfluss erhalten und nach und nach ab kühlt. Der Kuchen wurde nach dem Erkalten lange mit heis Salzsäure digerirt und der unlösliche Rückstand auf einem Fil lange mit heissem Wasser ausgewaschen. Bei drei wesentl in derselben Weise angestellten Versuchen wurden zwei versch dene Resultate erhalten. Zweimal bestand der in Salzsäure u heissem Wasser unlösliche Rückstand zum Theil aus farblos nadelförmigen Krystallen mit deutlicher Doppelbrechung, zu grossen Theil aus einem schuppigen Aggregat, dessen Anseh dem des Tridymits glich. Damit stimmt das Resultat der An lyse sehr gut überein, denn der gesammte Rückstand ergab neb Spuren von Eisen und Thonerde

89·6 SiO_2 und 9·2 CaO.

Durch Kochen mit Sodalösung wurden 81·60 % SiO_2 gelös und dabei waren die nadelförmigen Krystalle nicht wesentlich ange griffen worden. Demnach wäre die erhaltene Masse ein Gemeng vielleicht von Tridymit und einem Kalksilicat.

Ein anderer Versuch gab ein Gemenge, welches anders aussehende gelbe prismatische Krystalle enthielt, aber eine nähere Bestimmung seiner Bestandtheile nicht gestattete.

Fassen wir die Resultate der Arbeit noch einmal kurz zusammen, so sind es folgende:

1. Die unveränderten und metamorphosirten Schiefer bestehen aus wesentlich gleichem chemischem Material und sind demnach wahrscheinlich nicht durch Zu- oder Wegfuhr von Stoff metamorphosirt, sondern durch eine andere heute noch unbekannte Ursache molekular umgelagert.

2. Die Andalusitschiefer bestehen aus:

0·7 %	Titaneisen,
7·2 „	Magneteisen,
32·4 „	Magnesiaglimmer,
24·7 „	Andalusit,
36·3 „	Quarz.

3. Der Granitit, welcher die Thonschiefer durchbrochen hat, ist ein normaler.

4. Der Kalifeldspath im Granitit ist ein natronhaltiger Orthoklas.

5. Daneben ist Kalknatronfeldspath vorhanden.

6. Die Contacterscheinung der Steiger Schiefer ist am meisten ähnlich der von NAUMANN beschriebenen im Voigtlande und schliesst sich in vielen Beziehungen an die Vorkommnisse bei Lunzenau und an diejenigen der Pyrenäen an.

7. Die Versuche endlich, durch Reagentien künstliche Veränderungen des Thonschiefermaterials zu bewirken, lassen erkennen, dass dasselbe auf diese Weise in theilweise krystallinen Zustand übergeführt werden kann.

Separat-Abdruck
aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.
Jahrgang 1876.